Aus der Universitäts-Hals-Nasen-Ohren-Klinik Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. M. Schwarz

Der Prussakraum und seine offenen Verbindungen mit der Paukenhöhle

(Untersuchungen mittels eines neuen Rekonstruktionsverfahrens)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnmedizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
OTTO-WILHELM EBERBACH
aus Stuttgart

1963

7466

Aus der Universitäts-Hals-Nasen-Ohren-Klinik Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. M. Schwarz

Der Prussakraum und seine offenen Verbindungen mit der Paukenhöhle

(Untersuchungen mittels eines neuen Rekonstruktionsverfahrens)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnmedizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
OTTO-WILHELM EBERBACH
aus Stuttgart

1963

Dekan : Professor Dr. BRECHT

Berichterstatter: Professor Dr. M. SCHWARZ

Fotodruck PRÄZIS . Tübingen

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINLEITUNG	1
DER EPITYMPANALE RAUM	3
Beschreibung der Wände, vornehmlich der Pars tympanica	
Die Raumverhältnisse um die Kette	
DIE BÄNDER UND SCHLEIMHAUTDUPLIKATUREN IM RECESSUS EPITYMPANICUS	6
Ligamenta des Hammers	
Ligamenta des Amboß	
Die Schleimhautduplikaturen	
DIE AUFGLIEDERUNG DES RECESSUS EPITYMPANICUS DURCH HAMMERHALS UND KOPF, AMBOSSKÖRPER UND DIE BÄNDER	9
Der Prussakraum	
Die offenen Verbindungen vom Prussakraum in die Paukenhöhle	
DIE MODELLHERSTELLUNG	13
Korrosionsmodell	
Rekonstruktionsmodell	
DIE HERSTELLUNG DER REKONSTRUKTION	15
Das Arbeitsverfahren	

Seite

DIE TOPOGRAPHIE NACH DEM REKONSTRUKTIONS-MODELL 18

DIE LATERALE FLÄCHE DES MODELLES
Das Achsenband
Ligamentum mallei superius

DER PRUSSAKRAUM

DIE MESIALE FLÄCHE DES MODELLES

ZUSAMMENFASSUNG 22

LITERATURVERZEICHNIS 24

EINLEITUNG

Das Ohr ist gewiß das am kompliziertesten aufgebaute Sinnesorgan, auch ganz abgesehen vom Vorhofbogengangsystem. Das gilt insbesondere für die Topographie seiner einzelnen Teile wie ihrer räumlichen Ausgestaltung. Es versteht sich daher von selbst, daß von Seiten der Ohrenheilkunde und zwar im Hinblick eben ihrer klinischen Belange durch eine eingehende Forschung immer wieder versucht wurde, die sehr komplizierten Verhältnisse zu analysieren und zu beschreiben. Trotzdem muß bedauerlicherweise gesagt werden, daß es immer noch nicht gelungen ist, alle Einzelheiten zu erfassen und leicht verständlich darzustellen. Unter anderen Abschnitten kommt der Paukenhöhle, hier insbesondere dem Recessus epitympanicus wie dem Prussakschen Raum, eine große Bedeutung zu. Zur Begründung mögen folgende Hinweise gelten.

In den letzten rund zwei Jahrzehnten hat die Anatomie der Paukenhöhle mehr und mehr Interesse gefunden. Das erklärt sich ohne weiteres aus der modernen Mikrochirurgie des Ohres. Letztere betrifft so gut wie ausschließlich die Mittelohrräume einschließlich dem Steigbügel und dem ovalen Fenster. Eine lege artis durchgeführte Operation am Mittelohrapparat verlangt - das versteht sich von selbst - sehr eingehende und präzise Kenntnisse der normalen und topographischen Anatomie. Ferner ist es das Mittelohr-Cholesteatom, dessen Entwicklung und Wachstumsrichtung weitgehend von anatomischen Verhältnissen abhängt.

> Es läßt sich ohne weiteres vorstellen, daß zum Beispiel eine sehr dünne Knochenschale, wie sie die Pars tympanica des Schläfenbeines im Bereich der hinteren oberen Gehörgangswand bildet, durch eine chronische Entzündung umso leichter einschmilzt, je enger sich der dahinter gelegene Raum gestaltet. Das erklärt sich aus einer entsprechenden Verhaltung des Eiters an dieser Stelle. Zum anderen wird ein im Mittelohr sich ausbreitendes Cholesteatom zunächst den Weg des geringsten Widerstandes nehmen, also eher in einen Raum hineinwachsen, der bindegewebig ausgefüllt und nicht knöchern abgeschlossen ist.

Die Abhandlung hat sich daher die Aufgabe gestellt, die räumlichen Verhältnisse des Recessus epitympanicus, so wie sie sich aus der Einlagerung der Gehörknöchelchen, d.h. durch den Hammerkopf und Amboßkörper, ergeben und dabei jenen des Prussakschen Raumes mit Zuhilfenahme eines für diesen Zweck hergestellten Modells zu eruieren und zu beschreiben. Dabei wird das Schrifttum entsprechend beachtet. Das Modell ist eine naturgetreue Vergrößerung eines Präparates, das einen entsprechenden Abschnitt eines normalen Ohres umfaßt.

Für die Rekonstruktion wurde ein besonderes Verfahren herangezogen und erprobt, das als geeignet gelten kann und daher eine eingehende Schilderung erfordert.

DER EPITYMPANALE RAUM

Der Recessus epitympanicus ist der Abschnitt der Paukenhöhle, der über den oberen Rand des Trommelfells nach oben reicht und den Kopf des Hammers wie den größten Teil vom Amboß (Amboßkörper) aufnimmt. Die Benennung ist sehr verschieden, so Epitympanon, Epitympanicus, Kuppelraum, Gipfelbucht (SCHWALBE). Der Raum mündet dorsal in den Aditus ad antrum, der in der angloamerikanischen Literatur Attikus (SEXTON) heißt.

Der Recessus epitympanicus wird durch die Einlagerung des Hammerkopfes und Amboßkörpers mit dem kurzen Schenkel beträchtlich eingeschränkt. Dazu kommen noch die Aufhängebänder der Gehörknöchelchen und eine Reihe von mehr oder minder konstanten Schleimhautfalten. Auf solche Weise werden mehrere Buchten und Taschen gebildet. Man hat sich redlich bemüht, diese verwickelten Verhältnisse sorgfältig zu studieren, weil die versteckten, einer konservativen, wie zunächst einer operativen Therapie schwer zugänglichen Räume die Ausheilung von Mittelohreiterungen in der gefährlichen Nachbarschaft des Gehirns erschweren (DENKER-KAHLER).

> Bereits 1866 beschreibt VOLTOLINI in seinen "Anatomischen Untersuchungen" den Aufbau des Ohres; er gibt dabei genaue Anweisungen über die Präparation des Gehörganges zur Freilegung der Membrana tympani und der sie umgebenden Teile. Mit einer weiteren, ausführlichen Arbeit über die Zerlegung und Untersuchung der Paukenhöhle und des Gehörorgans habilitiert er sich 1886. Zu einem noch früheren Zeitpunkt, 1853, verfaßte TOYNBEE eine "Topographie des Ohres". VON TRÖLTSCH bringt 1861 eine Abhandlung mit dem Titel "Anatomie des Ohres und ihre Anwendung auf die Praxis", die er 1881 zu einem "Lehrbuch der Ohrenheilkunde" ausarbeitete. 1866 verfaßte auch RÜDINGER einen "Atlas des menschlichen Gehörogans", in dem sich Darstellungen der Paukenhöhle finden. 1867 beschreibt PRUSSAK den, späterhin nach ihm benannten, taschenähnlichen Hohlraum hinter der Shrapnellschen Membran. Auch die Untersuchungen von HELMHOLTZ, KÖBELE, KRETSCHMANN, LANGE, MERKEL, POLITZER, PRUSSAK, SCHWALBE, ZUCKERKANDL befaßten sich immer wieder mit der Ausdehnung des von PRUSSAK beschriebenen Raumes und der sehr variationsreichen Ausprägung der lateralen Paukenhöhle. Sogar auf dem Wege der Korrosionanatomie versuchten HYRTL 1873 in Wien und BEZOLD 1882 in München eine räum-

liche Wiedergabe des Mittelohres. Ihre Anschauungsmodelle waren jedoch sehr empfindlich für Stoß und höhere Temperatur. M. KÖBELE fertigte 1910 im Rahmen einer Preisarbeit (Hofrat Mossche Stiftung) ein Rekonstruktionsmodell des Mittelohres in 28-facher Vergrößerung an.

Später hat mehr die Entstehung dieser Räume als im Erkrankungsfall die klinische Gefährlichkeit die Autoren beschäftigt (LANGE, WITTMAACK, STEURER, ALBRECHT). Es ergab sich, daß manche der Stränge, Bänder und Buchten die Folgen einer gestörten Pneumatisation der Paukenhöhle sind. Damit erklärt sich die große Variabilität dieser Buchten und Taschen (DENKER-KAHLER).

1.) Beschreibung der Wände, vornehmlich der Pars tympanica

Die Wände des Recessus epitympanicus bilden zum Teil auch die der Paukenhöhle. Ventral reicht der Rec. epitymp. bis an die Tuba auditiva (SPALTEHOLZ), bzw. ihr tympanales Ostium.

Die hintere Wand erhebt sich ganz allmählich aus der unteren des Cavum tympanum (MERKEL). Letzteres grenzt gleichzeitig mit dem Rec. epitymp. vermittels des Antrum mastoideum an die Cellulae mastoideae (BENNINGHOFF). Die mediale Wand der Paukenhöhle, also des Cavum tympanum, ist gleichzeitig die laterale Wand des Labyrinthes. Dazu gehört auch die durch den nach hinten bogenförmig verlaufenden Facialiskanal aufgeworfene Prominentia canalis facialis, ebenso auch die ein wenig darüberliegende Vorwölbung des lateralen Bogenganges, die Prominentia canalis semicircularis lateralis (SPALTEHOLZ).

Eine besondere Erwähnung verlangt die laterale Begrenzungswand, bestehend

1. aus dem Trommelfell
2. aus der Pars tympanica und
3. aus der Knochenplatte cranial vom Trommelfell, die der Squama temporalis angehört und die die Incisura Rivini begrenzt.

Die laterale Wand des Rec. epitymp. wird also vom obersten Teil des Trommelfelles, der Knochenplatte der Squama temporalis und der Pars tympanica gebildet. In die Schläfenschuppe hinein vertieft sich der Rec. epitymp. "halbhohlkugelförmig" (SOBOTTA) zu einer Ausbuchtung, der Pars cupularis, die sich blindsackartig über den äußeren Gehörgang erstreckt und von diesem durch eine sehr verschieden dicke, bisweilen sogar pneumatisierte Knochenlamelle getrennt wird (DENKER-KAHLER). Aus diesen Raumverhältnissen erklärt HAFFERL, wie Eiterungen des Mit-

telohres in den äußeren Gehörgang durchbrechen können, ohne das Trommelfell zu perforieren. Die Decke der Paukenhöhle bildet das Tegmen tympani. Es begrenzt den Rec. epitymp. und somit auch die Paukenhöhle gegen die mittlere Schädelgrube. Das Tegmen ist von wechselnder Dicke und mitunter pneumatisiert (WITTMAACK); es zeigt nicht selten feine Dehiszenzen, so daß dann die Paukenschleimhat der Dura mater direkt anliegt (BENNINGHOFF).

2.) Die Raumverhältnisse um die Kette

Die Gehorknochelchen bilden den sehr prägnanten Inhalt der Paukenhohle. Der Hauptteil ihrer Masse findet sich im Rec. epitymp.; sie füllt diesen annähernd aus. Es sind dies 1. der Hammerkopf, dessen keulenformige Gestalt der vorderen und seitlichen Wand eng anliegt und der bis unter das Tegmen reicht, 2. der größte Teil des Amboßkörpers. Letzterer fullt den seitlichen und hinteren Teil und reicht bis dicht unter das Tegmen und an die seitliche Paukenhohlenwand unterschiedlich heran.

Der Raum zwischen der Kette und den Wanden des Rec. epitymp. ist mitunter schmal, z.B. am vorderen Teil des Hammerkopfes, an anderer Stelle weit, z.B. um die Pars cupularis; er nimmt hier sogar hohlraumähnliche Form an, wobei Weite und Enge meist großen Variationen unterliegen.

DIE BÄNDER UND SCHLEIMHAUTDUPLIKATUREN IM RECESSUS EPITYMPANICUS

Durch den Raum des Rec. epit. spannen sich die Bänder zwischen der Knöchelchenkette und der Paukenwand. Sie unterteilen den schmalen Raum um Hammerkopf und Amboßkörper, wie dies auch durch Schleimhautduplikaturen in verschiedenen Teilen der Paukenhöhle geschieht.

1.) Die Ligamenta des Hammers

Zur Befestigung des Hammers an der Pars tympanica dienen zwei Bänder:

a) Das Ligamentum mallei laterale, das vom cranialen Rande des Trommelfells ausgeht und gegen den Hammerhals hin verläuft, wo es an der Basis des lateralen Hammerfortsatzes inseriert (SOBOTTA). Wesentlich präziser nennt SPALTEHOLZ dessen Verlauf, danach divergiert es vom Hals des Hammers zur Spina tympanica major, zum Rande der Incisura tympanica Rivini und zur Spina tympanica minor.

b) der Processus Folianus des Hammers. Er liegt parallel zur Ebene der Membrana tympanica, etwas unterhalb ihres Anulus fibrocartilagineus und endet in einem Band, das an der Fissura petrotympanica, der Glaserschen Spalte, inseriert (PERNKOPF, CORNING). Dieses Band ist Bestandteil des Ligamentum anterius mallei, das in variierender Stärke den Processus Folianus und den Hammerhals an der Paukenwand fixiert.

HELMHOLTZ bezeichnet den gesamten Bandkomplex, bestehend aus dem Ligamentum mallei anterius und laterale, als Achsenband. Nach ihm lassen sich drei Teile unterscheiden. Er benennt sie ihrem Verlauf von vorn nach hinten entsprechend dasLigamentum mallei anterius, das Ligamentum mallei laterale, das Ligamentum mallei externum. Das Letztere geht nach seiner Beschreibung von der Crista des Hammerhalses aus und setzt hinter dem Rivinischen Ausschnitt am Margo tympanicus an (siehe Abb. 1 u. 5). Die oft sehr variationsreiche Ausbildung des Bandapparates läßt mitunter eine Dreiteilung im obigen Sinne als zweckmäßig erscheinen.

c) Das Ligamentum mallei superius fixiert den Hammerkopf bzw. Amboßkörper meist variabel am Tegmen tympani (SPALTEHOLZ).

d) Als eine weitere Befestigung ist die Sehne des Musculus tensor tympani, wie dieser selbst, zu erwähnen. Sie zieht sich durch die Paukenhöhle zur medialen Seite der Hammerbasis (SOBOTTA).

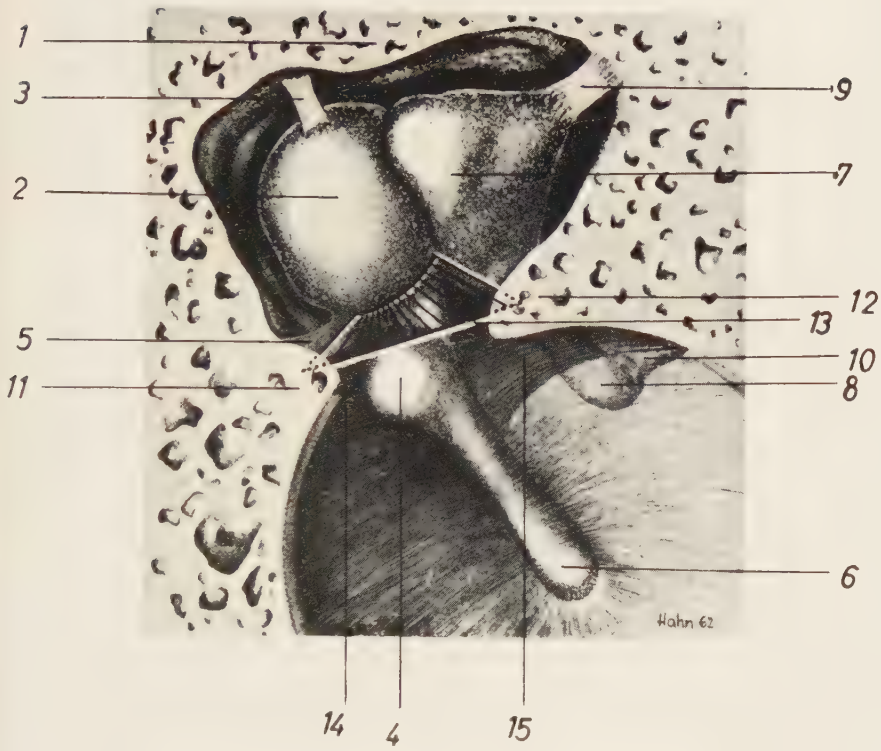

Abb. 1. Achsenband nach HELMHOLTZ. (Halbschematisch). (Siehe auch Abb. 5).

(Die laterale epitympanale Recessuswand ist entfernt, ebenso die Pars flaccida des Trommelfells.)

1 Tegmen tympani, 2 Hammerkopf, 3 Ligamentum mallei superius, 4 Processus brevis mallei, 5 Processus anterior mallei, 6 Manubrium mallei, 7 Amboßkörper, 8 Crus longum incudis, 9 Ligamentum incudis posterior, 10 Steigbügel, 11 Spina tympanica major, 12 Spina tympanica minor, 13 Achsenband, 14 vordere Taschenfalte, 15 hintere Taschenfalte.

2. Die Ligamenta des Amboß

Der Amboß ist mit seiner freien Basis an das Capitulum mallei angelagert und in Form einer Syndesmose angeheftet. (Syndesmosis incudomalleolaris, SPALTEHOLZ). Somit wird er auch durch den Hammer in der Paukenhöhle fixiert.

a) Das Ligamentum incudis posterius zieht vom Crus breve incudis nach hinten zur dorsalen Wand des Cavum tympani in die Fossa incudis.

b) Dem oberen Hammerband entsprechend ist der Amboß ebenfalls häufig am Tegmen fixiert. Das dazu dienende Ligamentum incudis superius ist meist nur eine Schleimhautbrücke und enthält keine bandartigen Faserzüge (SPALTEHOLZ).

3.) Die Schleimhautduplikaturen im Recessus epitympanicus

Die Paukenhöhle ist im Bereich ihrer ganzen Ausdehnung von einer dünnen und zarten Schleimhat ausgekleidet (SOBOTTA). Sie liegt den knöchernen Wänden der Höhle und der Oberfläche der Gehörknöchelchen dicht an und folgt genau deren Relief (SOBOTTA). Zum Teil bildet sie aber auch in das Innere der Paukenhöhle vorspringende Falten bzw. Duplikaturen, die dem Hohlraum eine buchtenreiche Gestalt verleihen. Diese Falten sind nicht konstant, gelegentlich durchbrochen oder in dünne Stränge umgewandelt, ein andermal wieder miteinander verwachsen (MERKEL) oder sie fehlen ganz.

a) Die Shrapnellsche Membran

Bekanntlich ist das Trommelfell im Sulcus tympanicus des Paukenbeins eingefalzt (MERKEL). Dieser bildet keinen geschlossenen Rahmen; er ist am oberen Rand unvollständig und wie ausgeschnitten (INCISURA RIVINI). In diesem Ausschnitt berühren sich die äußere Haut, die vom äußeren Gehörgang kommt und das Trommelfell überzieht, mit der Schleimhaut der Paukenhöhle, ohne daß eine faserige Mittelschicht dazwischen liegt. Die sehr dünne Membran, die Pars flaccida des Trommelfells, wird auch nach Shrapnell bezeichnet.

Die Schleimhaut verläuft an der medialen Fläche der Shrapnellschen Membran nach innen und unten zum Hammerkopf und setzt an der Spina capitis mallei an (KÖBELE). Letztere findet sich am Übergang von Hammerhals zu Hammerkopf (PRUSSAK) und entspricht der Crista mallei.

b) Die Taschenfalten

Auf den Processus Folii und die ihn begleitenden Teile (Chorda tympanica inferior (PRUSSAK)) hängt die Tunica propria der Schleimhaut vom oberen Rand des Trommelfells wie eine Schürze herab. Hinter dem kurzen Hammerfortsatz, dem hinteren Verlauf der Chor-

da entsprechend, bildet die Schleimhaut auf ähnliche Weise eine Duplikatur um die Chorda. Damit entstehen beides Mal nach oben vollständig abgeschlossene, nach unten offene Taschen (VON TRÖLTSCH, PRUSSAK, KÖBELE).

c) Die HELMHOLTZschen Falten

HELMHOLTZ beschreibt drei Schleimhautfalten, die vom vorderen Teil des Ligamentum laterale ausgehen, das, wie schon erwähnt, den Processus Folii am Schläfenbein anheftet. Von diesen Falten steigt die eine am Hammerkopf nach oben bis zum oberen Hammerband und verbindet ihn mit der lateralen Paukenwand. Eine zweite Falte verläuft nach unten, vom vorderen Rand des Hammerhalses und von der Wurzel des Processus Folii zum Processus brevis. Sie heftet sich gegenüber auch am Trommelfell an. Eine weitere Falte zieht sich nach vorne unten zur Sehne des Musculus tensor tympani hin (Abb. 2).

d) Die Ligamenta mallei und incudis superius

Das Ligamentum mallei superius, das wie erwähnt den Hammerkopf an das Tegmen befestigt, wird nach HELMHOLTZ von der aufsteigenden Falte eingehüllt. Letztere setzt sich in vielen Fällen noch auf den Amboßkörper fort, wo sie dann als Ligamentum incudis superius (HENLE) oft nur aus einer Schleimhautbrücke besteht (SPALTEHOLZ). Die beiden Ligamenta können als eine sagittal ausgerichtete Membran betrachtet werden, die (wie ein Hahnenkamm) den Rec. epitymp. in einen lateralen und einen medialen Teil trennen und manchmal nur noch eine trapezähnliche Kommunikationsöffnung zwischen beiden Teilen offenlassen (Abb. 4).

Die Letztere wird begrenzt durch das in diesem Fall hinten frei endigende Ligamentum incudomalleolare superius, oben durch das Tegmen, unten durch den Hammer und Amboßkörper (KRETSCHMANN). Nicht selten verengt und verschließt diese bis zum Ligamentum incudis posterior ziehende Membran die Kommunikationsöffnung.

e) Das Ligamentum incudomalleolare laterale

Die von HELMHOLTZ und KRETSCHMANN beschriebene Membran füllt den schmalen Spalt zwischen Schuppenwand und lateraler Hammer-Amboßfläche. Über ihren Verlauf sei auf die Beschreibung Seite 11 und Abb. 5 verwiesen.

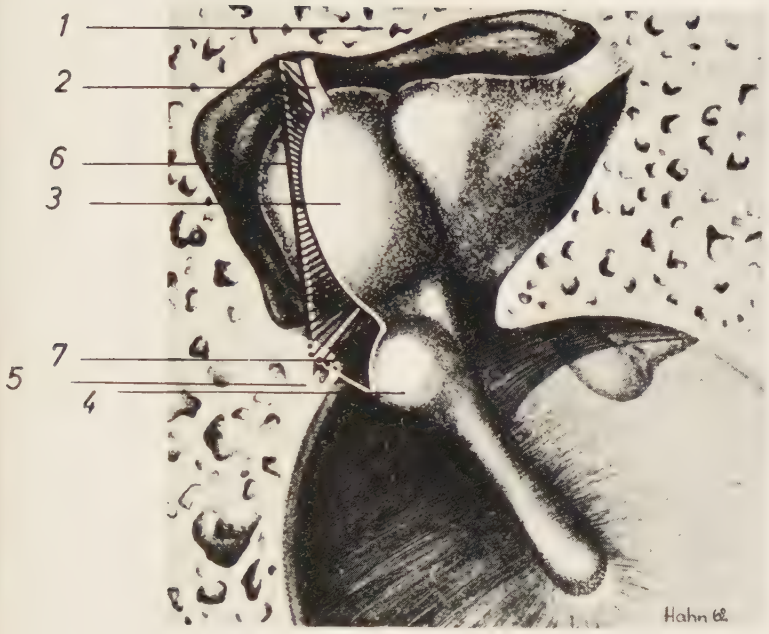

Abb. 2. HELMHOLTZ'sche Schleimhautfalten.

(Halbschematisch, Zeichnung wie in Abb. 1.)

1 Tegmen tympani, 2 Ligamentum mallei superior, 3 Hammerkopf, 4 Processus brevis mallei, 5 Spina tympanica anterior, 6 Schleimhautfalte, die am Hammerkopf aufsteigt, 7 Schleimhautfalte, die zum Processus brevis absteigt.

DIE AUFGLIEDERUNG DES RECESSUS EPITYMPANICUS DURCH HAMMERHALS UND KOPF, AMBOSSKÖRPER UND DIE BÄNDER

1) Der PRUSSAKsche Raum

PRUSSAK hat eingehend und als erster eine Tasche beschrieben, die hinter den oben erwähnten HELMHOLTZschen Falten und unter dem am Hammerkopf ansetzenden inneren Blatt der Shrapnellschen Membran gelegen ist. Dieser Raum wird folgendermaßen begrenzt:

lateral : durch die Membrana flaccida Shrapnelli,
medial : durch die laterale Fläche des ganzen Hammerhalses,
candal : durch die obere Fläche des kurzen Hammerfortsatzes, während die
craniale Begrenzung auf folgende Weise gebildet wird: die Membrana flaccida teilt sich, indem sie den Margo tympanicus des Schuppenteils vom Schläfenbein erreicht, in zwei Blätter, ein äußeres und ein inneres. Das erste geht auf die obere-vordere Wand des knöchernen Teiles vom äußeren Gehörgang über, mit welcher es sich auch vereinigt. Das innere Blatt aber wendet sich vom Margo tympanicus in die Paukenhöhle etwas nach unten und innen zum Hammer und setzt hier an der Spina capitis mallei an, d.h. an einer kleinen knöchernen Erhabenheit, die nach außen den Hammerhals vom Hammerkopf abgrenzt. Dieses innere, ligamentähnliche Blatt schließt die beschriebene Höhle nach oben ab.
ventral : geschieht dies durch die vordere Duplikatur der Tunica propria, welche sich mit dem Trommelfell unter stumpfem Winkel vereinigt,
dorsal : aber ist die Höhle ganz offen.

2) Die offenen Verbindungen des Prussakraumes zur Paukenhöhle

Die Angaben über diesen Raum, die sich seit der klassischen Mitteilung von PRUSSAK in der Literatur finden, stimmen wenig überein. Im Folgenden soll versucht werden, die Variationen des PRUSSAKraumes, die am häufigsten vorkommen, darzustellen. Dabei handelt es sich insbesondere um die offenen Verbindungen zur Paukenhöhle.

a) Die laterale Wand des Prussakschen Raumes wird von der Shrapnellmembran gebildet. Die am Ligamentum laterale abgehende Membran oder innere Schleimhautfalte, wie sie auf Seite 7 genannt wurde, löst sich vom inneren Blatt der Membrana flaccida ab, in der Regel jedoch nicht an deren oberem Rand, der Incisura Rivini, wie es PRUSSAK angibt. KRETSCHMANN konnte in der weitaus häufigeren Zahl seiner Untersuchungen beobachten, daß sich das innere Blatt

mitten aus der schlaffen Fläche der Shrapnellmembran herauslöst und nach innen abzweigt, sodann an der Crista mallei ansetzend gleichzeitig mit dem Achsenband verwächst.

Somit wird die Shrapnellmembran in zwei Hälften aufgeteilt, in eine obere und in eine untere, hinter denen dann auch zwei meist voneinander getrennte Räume liegen (MERKEL). Somit befindet sich

hinter der oberen Hälfte der Hammer-Amboß-Schuppenraum, also das Epitympanicum. In einem solchen Fall wäre eine Perforation in den äußeren Gehörgang aus dem Hammer–Amboß-Schuppenraum heraus möglich, ohne daß der Prussakraum in Mitleidenschaft gerät (KRETSCHMANN). Vom unteren Abschnitt aus kann man in den dahinter liegenden Prussakraum gelangen, der sich in das Mesotympanicum un das Hypotympanicum öffnet (siehe Abb. 3).

b) Als vordere Begrenzung nennt PRUSSAK eine Duplikatur der Tunica propria. HELMHOLTZ findet ihr entsprechend eine vom Ligamentum anterior mallei aufsteigende Schleimhautbrücke, die, wie schon erwähnt, den Hammerkopf mit der Paukenhöhlenwand verbindet. Es muß sich jedoch vielmehr auch um die nach unten ziehende Falte (Abb. 2 u. 4) handeln. Der Prussakraum reicht nicht bis zum Hammerkopf hinauf, da die obere Begrenzung von der Crista mallei gebildet wird und von hier die Helmholtzsche Falte nach unten abgeht. Auch diese ist also die vordere Begrenzung des Prussakschen Raumes (Abb. 4). HELMHOLTZ und KÖBELE finden manchmal eine offene Verbindung zwischen Prussakraum und vorderer Tröltscher Tasche. Der Prussakraum kann sich sogar bis an die Glasersche Spalte in einem dann teilweise perforierten vorderen Hammerband verfolgen lassen (KÖBELE). Die soeben erwähnte untere Helmholtzsche Falte scheidet auch eine vordere von einer hinteren Tröltschen Tasche; der Raum über dem Processus brevis fällt dann hauptsächlich der hinteren Tasche zu. In den Beobachtungen von HELMHOLTZ ist dann die obere, von PRUSSAK beschriebene Tasche gar nicht vorhanden. KÖBELE kann ein solches Verhalten an einigen von ihr untersuchten Präparaten ebenfalls finden.

Eine Sonde beispielsweise könnte bei einer solchen Variation vom Prussakraum direkt in die vordere Tasche und damit ins Hypotympanicum der Paukenhöhle stoßen, wie dies der Pfeil Nr. 1 in Abb. 6 darstellt.

c) Weitaus unterschiedlicher wird die obere Begrenzung beschrieben. Nach den Untersuchungen von PRUSSAK wird sie von dem nach innen abzweigenden Blatt der Shrapnellmembran gebildet. Dies bestätigt auch KRETSCHMANN, doch findet er dieses Blatt als vorderes Ende einer Membran, die den Spalt zwischen

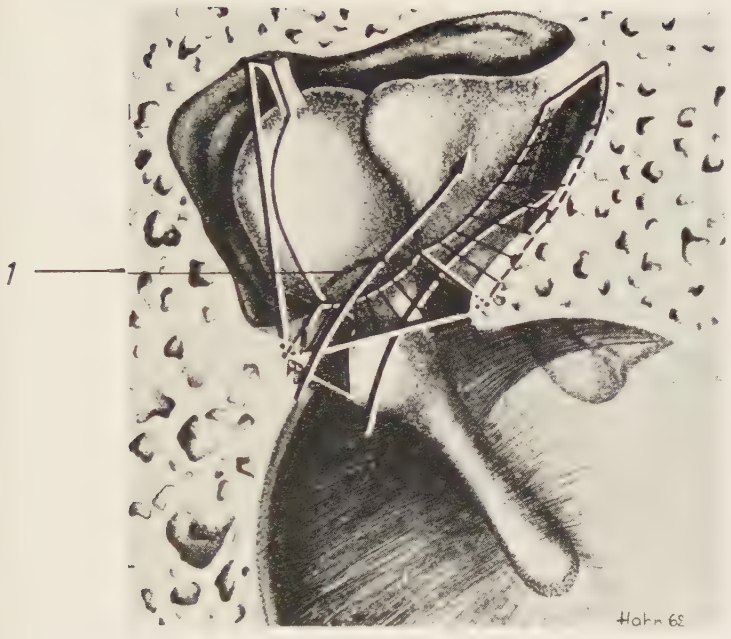

Abb. 3. Achsenband und Ligamentum incudomalleolare. Ihre Beziehung zur Shrapnellschen Membran.

(Halbschematisch nach Abb. 1)

Die obere Pfeilspitze zeigt ins Epitympanicum, die untere ins Mesotympanicum. 1 angedeutete Begrenzung der Shrapnellschen Membran.

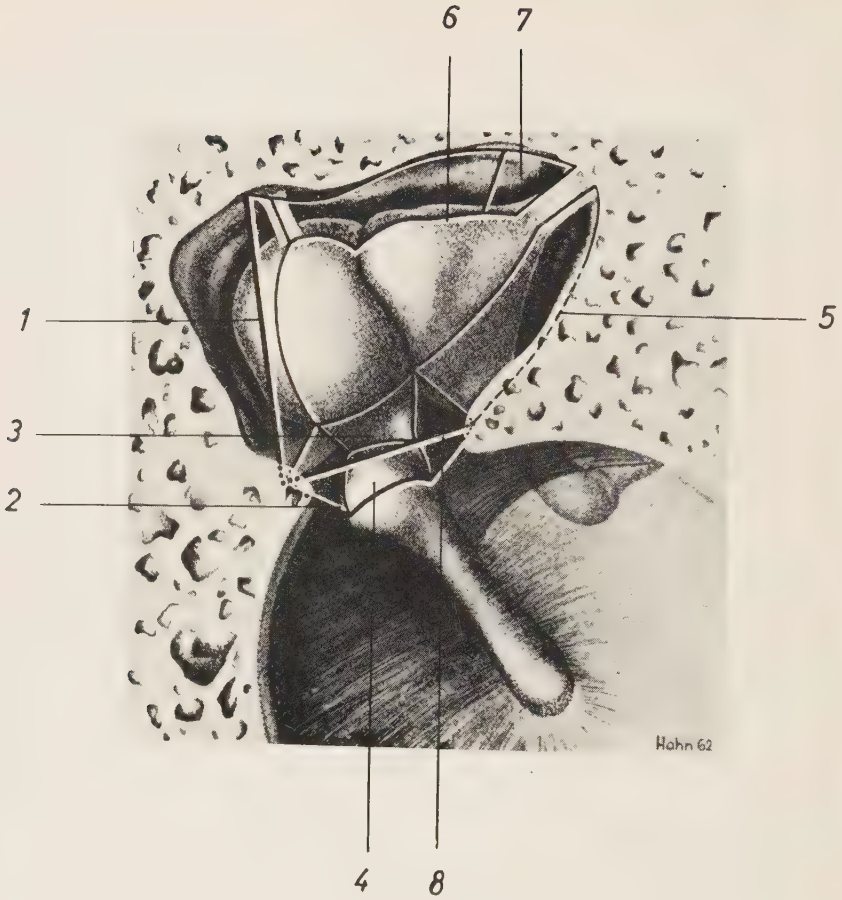

Abb. 4. Prussakscher Raum. (Seine sechs Begrenzungsflächen schematisch eingezeichnet in Abb. 1.)

1 aufsteigende und 2 absteigende Helmholtzsche Schleimhautfalte, 3 Hammerhals (äußere Fläche), 4 Processus brevis (obere Fläche), 5 Ligamentum incudomalleolare laterale, 6 Ligamentum incudomalleolare superius, 7 Öffnung in demselben, 8 Achsenband.

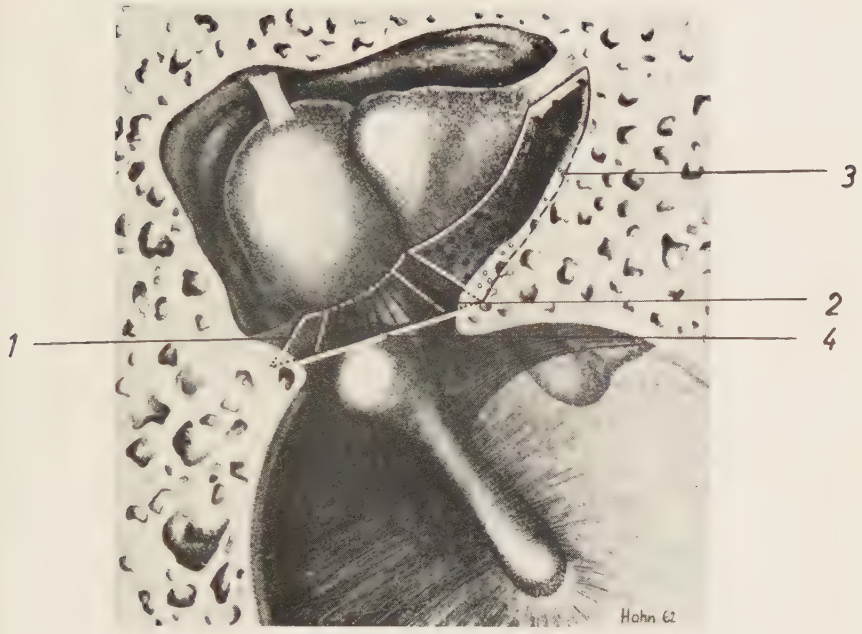

Abb. 5. Ligamentum laterale und Ligamentum incudomalleolare laterale.

(Halbschematisch, Zeichnung wie in Abb. 1.)

1 Ligamentum mallei anterior, 2 Ligamentum externum, 3 (punktiert) Ligamentum incudomalleolare laterale, 4 Ligamentum laterale.

Abb. 6. Die offenen Verbindungen vom Prussakraum aus in die Paukenhöhle. (Übersichtlich und halbschematisch eingezeichnet in Abb. 1.)

1 in die vordere Taschenfalte, 2 zum Hammerkopf und diesem entlang aufsteigend, 3 in den Hammer-Amboß-Schuppenraum, 4 in die untere Gipfelbucht, 5 an der hinteren Taschenfalte vorbei abwärts in das Mesotympanum.

Schuppenwand einerseits, Amboßkörper und Hammerhals andererseits ausfüllend, seitlich von hinten beginnt und an der Stelle inseriert, wo der kurze Amboßschenkel an die hintere Paukenwand angeheftet ist. Sie verläuft dann in horizontaler Richtung an der inneren Schuppenwand entlang, bis die den Margo tympanicus erreicht, verläuft quer über den Rivinischen Ausschnitt und verschmilzt mit der Membrana flaccida (KRETSCHMANN), nämlich deren innerem Blatt. Gleiches bestätigt HELMHOLTZ, wie auch aus Abb. 5 zu entnehmen ist.

Im Abschnitt zwischen dem hinteren Rand der Incisura Rivini und der Hammercrista ist auch das schon oben erwähnte Ligamentum externum zur Verstärkung in diese Membran eingelagert (HELMHOLTZ), so daß sie eine direkte Verlängerung des Achsenbandes nach hinten darstellt. Sie soll manchmal mit der Oberseite der hinteren Tasche verwachsen sein (KÖBELE).

Die Membran, auch Ligamentum incudomalleolare laterale genannt (KÖBELE), bildet den Boden eines von KRETSCHMANN als Hammer-Amboß-Schuppenraum bezeichneten weiteren Teils der Paukenhöhle. Das Dach des Prussakraumes setzt sich damit in Form des erwähnten Ligamentes nach hinten fort und teilt hier die seitliche Paukenhöhle in zwei Stockwerke (MERKEL). Das oberste stellt den Hammer-Amboß-Schuppenraum, das mittlere den Prussakraum und, diesen nach hinten verlängert gedacht, den Raum unter dem Ligamentum incudomalleolare laterale dar. MERKEL erwähnt auch noch ein drittes unterstes Stockwerk, wozu er den Raum zwischen den Taschenfalten und dem unteren Teil des Amboßkörpers rechnet.

Das Ligamentum incudomalleolare laterale und das Achsenband füllt manchmal nicht den ganzen Spalt aus (gemeint ist die laterale Paukenhöhle); es zeigt vielmehr zuweilen Lücken (KRETSCHMANN). In diesem Fall kommuniziert also der Hammer-Amboß-Schuppenraum mit dem Prussakraum. KÖBELE konnte dies wiederholt beobachten. An einigen von ihr eingehend untersuchten Präparaten stellt der Prussakraum den vorderen unteren Teil des Hammer-Amboß-Schuppenraumes dar. Er bildet eine Art Becken, welches eine etwaige Sekretansammlung ganz besonders begünstigen dürfte (KRETSCHMANN).

> Eine, wiederum gedachte, Sonde, in Abb. 6 dem Pfeil Nr. 3 entsprechend, gelangt vom Prussakraum aus durch das lückenhafte Achsenband entlang dem Hammerkopf aufsteigend in den Hammer-Amboß-Schuppenraum.

Verständlicher wird dieses eigentümliche Verhalten bei einer Betrachtung der dorsalen Begrenzung.

d) Nach dorsal öffnet sich der Prussakraum in das mittlere und untere Stockwerk (nach der Einteilung von MERKEL). Die Öffnung geht auf die obere Fläche der

hinteren Tasche und daran vorbei nach abwärts in den unteren Teil der Paukenhöhle.

> Nach hinten unter dem Ligamentum incudomalleolare entlang dringt der Pfeil Nr. 4 in Abb. 6 in die auch als untere Gipfelbucht (MERKEL) bezeichnete Tasche, die sich wie der Prussakraum in die untere Paukenhöhle erstreckt. Nach hinten unten gelangt der Pfeil sofort in den untersten Teil der Paukenhöhle (Pfeil Nr. 5 in Abb. 6).

Verläuft die Chorda sehr hoch, dann kann der Prussakraum mit der hinteren Tasche verschmelzen. Er öffnet sich also nicht über der Tasche in das Mesotympanicum, sondern geht direkt in diese über (KÖBELE). Eine hintere Öffnung fand auch SIEBENMANN in gleicher Weise wie SCHWALBE entgegen den Angaben von PRUSSAK. Sie findet sich gewöhnlich dem Hammergriff entlang zum unteren vorderen Teil der hinteren Tasche. Der Prussakraum kann je nach der Art, wie das Ligamentum incudomalleolare mit der hinteren Tasche verwachsen ist, dem Meso- oder dem Epitympanicum angehören. Verwächst das Ligamentum incudomalleolare mit dem oberen Blatt der hinteren Taschenfalte, so bleibt der darüberliegende Prussakraum vollständig vom Mesotympanicum getrennt und bildet mit dem Hammer-Amboß-Schuppenraum einen Raum (KÖBELE). (Abb. 7). Allerdings findet KÖBELE, daß dann zusätzlich das Ligamentum externum, wenigstens teilweise, das Dach des Prussakraumes bildet, so daß hier erstens das Achsenband vom Ligamentum incudomalleolare getrennt ist, und zweitens der Prussakraum sich über dem tieferliegenden Ligamentum incudomalleolare schräg nach oben in das dem Hammer-Amboß-Schuppenraum entsprechende Epitympanicum öffnet.

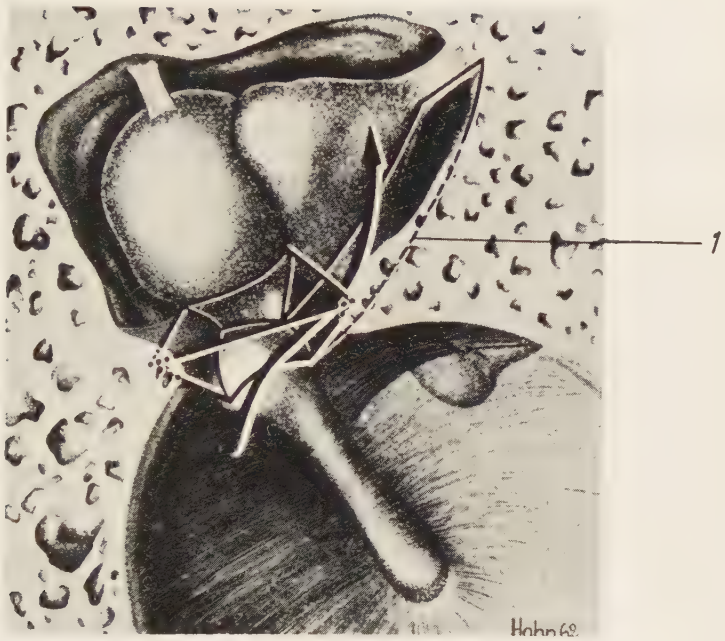

Abb. 7. Variationsbedingter Verlauf des Ligamentum incudomalleolare nach KÖBELE.

1 Ligamentum incudomalleolare.

DIE MODELLHERSTELLUNG

Gibt es auch verschiedene Methoden zur Rekonstruktion eines körperlichen Gebildes, auch in vergrößerter Form, so haben sich doch bis heute zwei Verfahren bewährt, die kurz genannt werden sollen.

a) Das Korrosionsmodell

Am naheliegendsten erscheint es, Hohlräume auszugießen und die umgebenden Weichteile anschließend aufzulösen, um ihre Gestalt zu erfassen. Zu diesem Zweck bzw. um Ausgüsse des äußeren Gehörganges zu gewinnen, benutzte SÖMMERING 1806 Gips. Auf solche Weise konnte auch PEZOLD 1882 an Ausgüssen die spiralig gewundene und abgeknickte Form des äußeren Gehörganges zeigen. MECKEL brachte 1827 ein knöchernes Labyrinth in kochendes Wachs. Nachdem er alle Hohlräume ausgefüllt hatte, löste er das Knochengewebe mit Salzsäure auf. Ein Gemisch aus Wachs und Harzen benutzte HYRTL. Eine grössere Festigkeit der sehr empfindlichen Präparate erreichte POLITZER 1888 mit niederschmelzenden Metallen nach Melotte und Wood. So gelang es ihm, eine feste und dauerhafte Form zu erreichen. TURKEWITSCH verarbeitete für eine ähnliche Plastik das sehr einfach anzuwendende Damaraharz.

Die eigentliche Aufgabe solcher Modelle, das Verständnis für die anatomisch richtige Vorstellung zu fordern, kann auf die oben genannte Art nicht befriedigend erreicht werden, selbst falsche Beurteilungen sind möglich. Außerdem erscheint es wünschenswert, Modelle in beliebig vergrößerter Form und in beliebiger Anzahl herzustellen, ohne daß jedes Mal das oft wertvolle Original notleidet. SIEBENMANN spricht hier von einer Rekonstruktion.

b) Das Rekonstruktionsmodell

BORN veröffentlichte 1876 eine Methode zur Herstellung eines Modelles des Gehörorgans aus Wachsplatten. Er zerlegte zu diesem Zweck das Objekt in mikroskopische Schnitte und übertrug diese auf Wachsplatten, die er ausschnitt und aufeinander legte. Auf eine Anregung von SIEBENMANN 1909 fertigte MORIAN nach diesem Verfahren ein 60-fach vergrößertes Modell der Schnecke. Leider wurde dann die Moriansche Rekonstruktion zu einem Korrosionsverfahren herangezogen, also ein Modell der Hohlräume angefertigt, wobei das Original verloren ging.

Bei der Verwendung von Wachs jedoch zeigten sich einige Nachteile, die DANKMEIJER aufzählt: Schrumpfungstendenz-Verformung bei höherer Temperatur - Haftmangel der einzelnen Wachsplatten aneinander - geringe Haltbarkeit -

Zerbrechlichkeit. Diese Mängel vermied BROMANN, indem er 1899 statt Wachs Kartonplatten benutzte, die er nach dem Aussägen zusammenleimte. So konnte er auch Feinheiten darstellen und außerdem ein stabiles und unbegrenzt haltbares Modell anfertigen.

Nach dieser Methode hat 1933 M. SCHWARZ an der Tübinger HNO-Klinik die Entwicklung der Nasennebenhöhlen anschaulich gemacht und Demonstrationsmodelle angefertigt. Auch die hier vorgelegte Arbeit entstand nach den BROMANNschen und den nach M. SCHWARZ weitergeführten Angaben.

DIE HERSTELLUNG DER REKONSTRUKTION

Um das zur Rekonstruktion einer gewünschten Region notwendige Schläfenbein in eine Schnittserie gleichmäßiger Dicke zerlegen zu können, muß es zuerst zweckentsprechend vorbereitet werden. Eine eingehende Schilderung der Technik wurde bereits 1933 von M. SCHWARZ und auf dessen Veranlassung von DJIN HSIN HU veröffentlicht (RIEDE).

Der hier benutzte Gewebsblock wurde aus dem Schläfenbein so herausgeschnitten, daß die eine Schnittfläche parallel zum Trommelfell ungefähr 1/4 mm nach lateral zu liegen kam. Die übrigen 5 Flächen des rechteckigen Blockes orientierten sich ihr entsprechend so, daß in der mesialen Fläche der Hammer vollständig erhalten ist, der Amboßkorper und dessen langer Schenkel jedoch angeschnitten sind. Die ventrale Fläche zeigt einen etwa 4 mm langen Teil der Tube. An der dorsalen Fläche ist der Aditus gerade noch angedeutet, und die obere Fläche stellt die Facies cerebralis des Schläfenbeines dar. So ergab sich ein Präparat der lateralen Wand der Paukenhöhle mit dem Trommelfell sowie einem Teil der Gehörknöchelchenkette, das übrigens dem von PRUSSAK in seinen klassischen Untersuchungen Angegebenen entspricht.

Die Richtung der mikroskopischen Schnitte wurde parallel zum Trommelfellrand und damit parallel zur lateralen Fläche des Gewebsblockes gewählt, so daß die Trichterform der Membrana tensa konzentrische Ringe ergab.

Um eine gute Übersicht über den recht kleinen PRUSSAKraum zu bekommen, von PRUSSAK selbst mit nur einer Tiefe von 1/4 mm beschrieben, wurde eine Vergrößerung von 50 : 1 gewählt. Die Schnittdicke der einzelnen mikroskopischen Schichten betrug 30 mü. Es wurde jeder 2. Schnitt zur weiteren Verarbeitung benutzt.

Die Dicke der zum Modell notwendigen Holzschichten errechnete sich somit (M. SCHWARZ):
mikroskopische Schnittdicke 30 mü x Stufenhöhe 2 x Vergrösserungszahl 50 = Holzdicke 3 mm.

Das Arbeitsverfahren

Um ein zu hohes Gewicht des Modells zu vermeiden, wurde auf die von BROMANN und M. SCHWARZ benutzten Kartonplatten verzichtet und statt dessen Holzplatten aus Balsaholz verwendet.

> Das Balsaholz verbindet ein sehr geringes spezifisches Gewicht von durchschnittlich 0,1 mit verhältnismäßig großer Festigkeit und wird deshalb vorzugsweise im Flugzeugbau verwendet. Der Balsabaum selbst wächst überwiegend in den tropischen Regenwäldern des nördlichen Südamerika; infolge des schnellen Wachstums wird in dem Holz wenig Zellulose gebildet, was sein geringes Gewicht erklärt (DENZIN). Leider ist dieses Holz, das übrigens in jeder gewünschten Stärke von 1 mm bis 20 mm im Handel ist, nur in schmalen Brettchen von 1 m Länge und 10 cm Breite erhältlich, sodaß zunächst eine stumpfe Verleimung notwendig war, um die benötigte Plattengröße von 1 m x 1 m zu erhalten. Als Leim eignete sich hierzu Mowikoll.

Auf diese Platten wurden mit einem Diaprojektor der Firma Zeiss die gefärbten Schnitte projiziert. Hierzu wurde an letzterem der sonst übliche Diahalter durch einen eigens dazu hergestellten ersetzt.

> In einen beliebigen Objektträger ritzte ich mit einem Diamant (zahnärztlicher Schleifer) ein Rechteck mit einer Kantenlänge von 2 cm und markierte dazuhin alle 5 mm Punkte. Das so bearbeitete Glas wurde in den Halter am Projektor eingespannt und der Projektor so lange verschoben, bis das an die Wand projizierte Rechteck die Kantenlänge von 1 m hatte. Auch horizontale und vertikale Abweichungen konnten auf diese Weise einfach korrigiert werden, da alle vier Seiten gleich lang sein mußten.

Somit ließen sich nun die mikroskopischen Präparate im gewünschten Maßstab verzerrungsfrei und genau auf den Holzplatten mit einem Fettstift nachzeichnen. Es brauchten nur noch die Innen- und Außenkonturen auf den Platten mit einem scharfen und spitzen Messerchen aus dem relativ weichen Holz ausgeschnitten werden, was gegenüber dem Aussägen der Kartonplatten eine große Zeitersparnis bedeutet.

Die so gewonnenen Platten wurden aufeinander geleimt. Richtungsweisend hierzu waren die scharfen Außenkonturen des Gewebsblockes; außerdem ließen die ausgeprägten Strukturen keine Abweichungen zu.

Insgesamt wurden anfangs nur vier einzelne Blöcke hergestellt, um das Ausarbeiten im Innern der vielen Hohlen, Buchten und Taschen zu erleichtern. Anschließend wurden sie dann zu einem Block vereinigt.

Ein endgültiger Überzug aus dem Polyesterharz "Bulit" schuf eine glasharte und sehr schlagfeste Oberfläche. Zur Bemalung benutzte ich den Kunstharzlack der englischen Firma "Humbrol".

Der gesamte Block ist schräg auf einem Stativ aufgestellt. Da die Ebene des Trommelfells hinten oben nach außen zur Vertikalebene des aufrechtstehenden Kopfes geneigt ist, wurde um diesen Winkel auch das Modell geneigt. Der Stützpunkt liegt auf einer verlängerten Senkrechten unter dem Massenschwerpunkt des Modells.

DIE TOPOGRAPHIE NACH DEM REKONSTRUKTIONSMODELL

(Die eingeklammerten Nummern entsprechen den Zahlen in den Abbildungen. Jede anatomische Bezeichnung trägt in allen Abbildungen dieselbe Zahl.)

Eine Orientierung am Rekonstruktionsmodell gelingt am ehesten durch einen Vergleich der in der Literatur niedergelegten Beschreibungen. Mittels des Modells lassen sich die räumlichen Verhältnisse leichter erfassen, einschließlich insbesondere der variationsbedingten Eigentümlichkeiten.

Das Modell stellt einen flachen Block dar in den Ausmaßen 90 cm x 90 cm x 12 cm. Die beiden großen Flächen, eine lateral (A) und eine mesial (C) gerichtete, liegen parallel zum Trommelfell, das in seiner ganzen Ausdehnung dargestellt wird.

Im Modell ist der Hammerkopf wie der Amboßkörper und dessen langer Schenkel angeschnitten. Ventral blieb ein Teil der Tube erhalten, sowie hinten oben der Aditus ad antrum. Cranial endet der Block mit der Facies cerebralis. Caudal wurde der Paukenhöhlenboden ebenfalls angeschnitten; er konnte in seinem untersten Abschnitt nicht dargestellt werden. Dagegen ist der Sulcus tympanicus noch vollständig erhalten.

A) Die laterale Fläche des Modells

Die nach außen gerichtete Fläche des Modells (Abb. 8) zeigt die Anheftung des Trommelfells am Sulcus tympanicus, der oben durch die Incisura Rivini (2) unterbrochen wird. Die Incisur erscheint verlängert, da sich die Stelle, an der sich die beiden Enden der Spina tympanica anterior und posterior vereinigen würden, nicht mehr im Modell befindet. Die daraus entstehende Knochenplatte wäre dann das Dach des äußeren Gehörganges. Der nach oben verlängerte Rivinische Einschnitt entspricht dem Eingang in die Pars cupularis (3), jener halbhohlkugelförmigen Ausbuchtung, die den äußeren Gehörgang ein Stück weit überlagert. In der Rekonstruktion erscheint die Pars cupularis als ein beträchtlich ausgebildetes Hohlraumsystem, welches das Schläfenbein weiträumig durchsetzt, wie es auch schon HAFFERL fand. Es weist nach vorne oberhalb der Tube noch einmal eine zweite Öffnung zur Paukenhöhle auf (4).

Die Trichterform der Membrana tensa (5) kommt an dem Modell sehr plastisch zur Geltung. Sie ist durchaus nicht regelmäßig, vielmehr zeigt sie die Form eines dynamisch gebauten Lautsprechers.

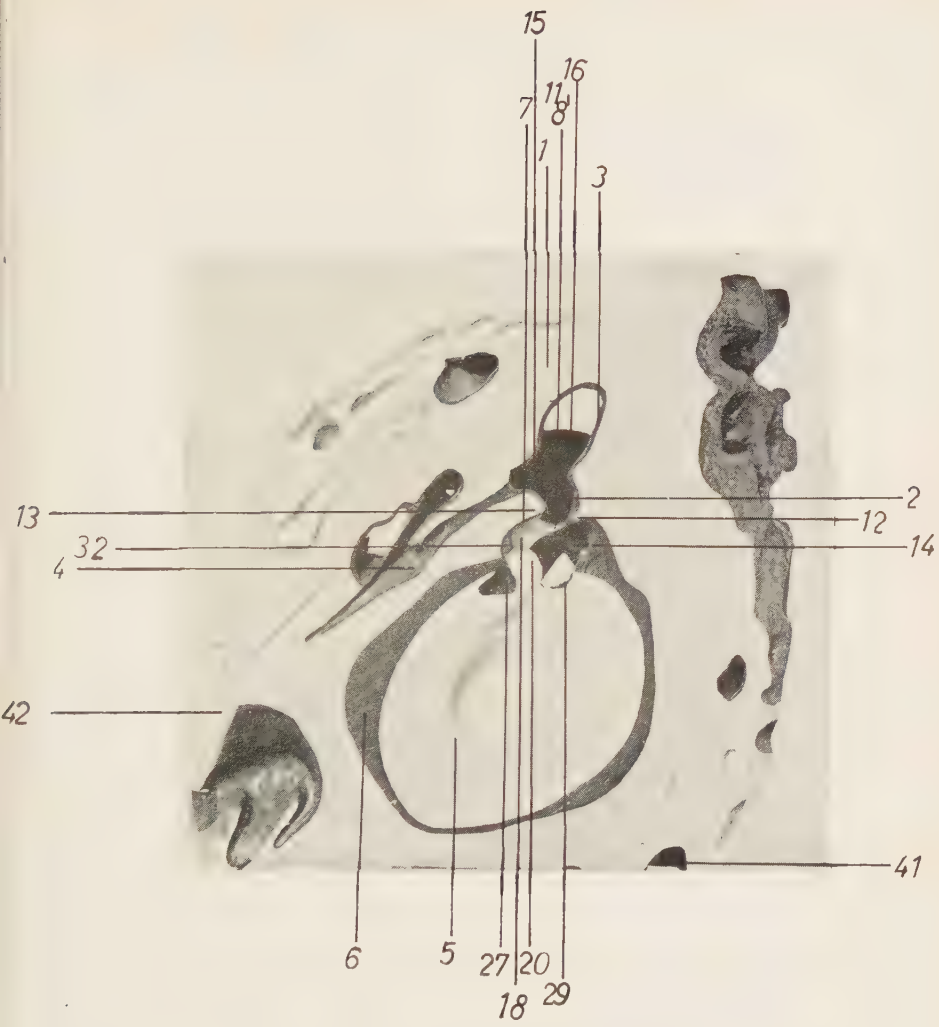

Abb. 8. Die lateralgerichtete Fläche des Rekonstruktionsmodelles.

1 Tegmen tympani, 2 Incisura Rivini, 3 Begrenzung der Pars cupularis, 4 erweiterte Pars cupularis, 5 Membrana tympani, 6 Anulus fibrocartilagineus, 7 Begrenzung der Shrapnellmembran, 8 Achsenband, 11 Ligamentum mallei laterale externum, 12 Spina tympani minor, 13 Spina tympani major, 14 Ligamentum incudomalleolare laterale, 15 Hammerkörper, 16 Amboßkörper, 18 Hammerhals, 20 Processus brevis mallei, 27 vordere Trommelfellfalte, 29 hintere Trommelfellfalte, 32 obere Trommelfelltasche = Prussakscher Raum, 41 Nervus facialis, 42 Tuba pharyngotympanica.

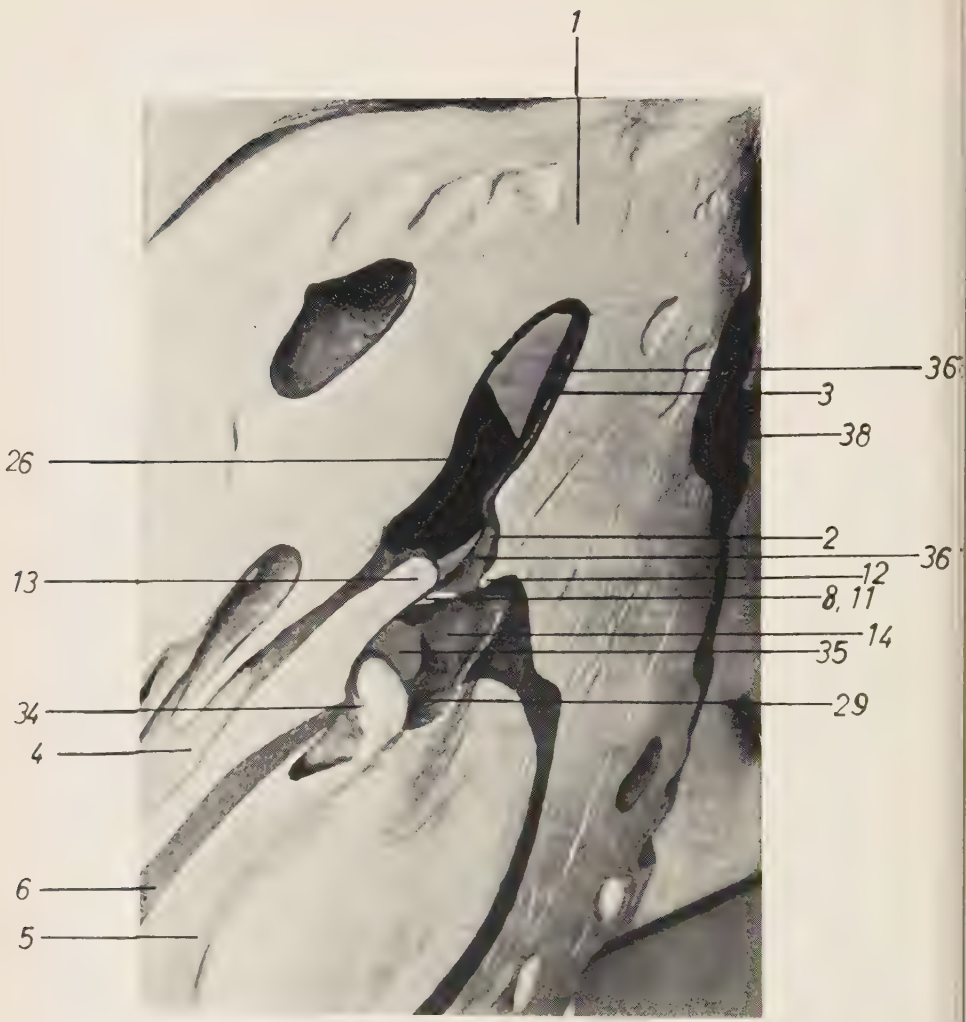

Abb. 9. Laterale Hammer-Amboßfläche. (Schräg von außen in ventro-dorsaler Richtung durch die Incisura Rivini gesehen).

1 Tegmen tympani, 2 Incisura Rivini, 3 Begrenzung der Pars cupularis, 4 erweiterte Pars cupularis, 5 Membrana tympani, 6 Anulus fibrocartilagineus, 8 Achsenband, 11 Ligamentum mallei laterale externum, 12 Spina tympani minor, 13 Spina tympani major, 14 Ligamentum incudomalleolare laterale, 16 Amboßkörper, 26 Laterale Hammer-Amboßfläche, 29 hintere Trommelfellfalte, 34 vordere Begrenzungsfalte des Prussakraumes, 35 hintere Öffnung des Prussakraumes, 36 laterale epitympanale Paukenhöhlenwand, 38 Cellulae mastoideae.

Die Shrapnellmembran wurde wegen der erforderlichen Einsicht in die Paukenhöhle an dem Modell nicht dargestellt. Der Prussakraum (32) liegt also offen zugänglich; ebenso können durch den weiten Einschnitt der Pars cupularis die laterale Hammer-Amboßfläche (Abb. 9) und das teilweise vorhandene Achsenband (8) gut gesehen werden.

1) Das Achsenband (8)

Blickt man aus axialer Richtung des äußeren Gehörganges in die Incisura Rivini, wie es die Abb. 10 zeigt, so ist das Achsenband gut zu erkennen. Sein vorderer Abschnitt, das Ligamentum mallei anterior (10) spannt sich von der Paukenwand in Höhe der Spina tympanica major (13) zum Hammerhals. Der mittlere Teil, der dem inneren Blatt der Shrapnellmembran entspräche, fehlt. Nur der hintere Teil, das Ligamentum externum (11), ist gut ausgebildet, wie dies die Abb. 9 deutlich macht. Dessen hinterer Rand senkt sich nach caudal und verschmilzt teilweise mit der hinteren Taschenfalte (29). Es zieht also nicht nach oben weiter, wie dies KRETSCHMANN findet, um erst in der Nähe des Ligamentum incudis (23) zu enden oder mit diesem zu verschmelzen.

Somit ist der von diesem Autor beschriebene Hammer-Amboß-Schuppenraum an meinem Rekonstruktionsmodell nach unten zum größten Teil offen, und da dieser gleichzeitig dem Epitympanicum entspricht, ist dieses hier nur sehr unvollkommen vom Mesotympanicum getrennt.

2) Das Ligamentum mallei capitis

In der Abb. 10 ist das Ligamentum mallei superius (22) gut zu sehen. Es bleibt ohne weitere Verlängerungen, wie sie HELMHOLTZ beschreibt, weder in Form einer nach unten verlaufenden Schleimhautduplikatur noch einer solchen nach hinten im Sinne von HENLE. Somit ist an dem Modell der Hammer-Amboß-Schuppenraum auch nach vorne und nach innen nicht abgeschlossen. Man könnte in dem schmalen Spalt zwischen Hammerkopf und Paukenhohlenwand (Abb. 10) um den Hammerkopf herum bis in den medialen Paukenhöhlenraum gelangen, wie dies auch über die craniale Fläche von Hammer und Amboß unter dem Tegmen hindurch möglich wäre (Pfeile Nr. 2 u. Nr. 3 in Abb. 6).

Die von HELMHOLTZ beschriebene zweite Falte (Seite 8), die von der Hammercrista nach unten abgeht, ist vorhanden (34, Abb. 10). Sie hat hier den Prussakraum nach vorne von der Bucht der vorderen Taschenfalte (31) abzugrenzen.

B) Der Prussakraum

Der Prussakraum grenzt sich an der Rekonstruktion wie folgt ab (Abb. 10):

1) vorne durch die nach unten verlaufende HELMHOLTZsche Schleimhautfalte (34), die vom Hammerhals (18) zur seitlichen Pars tympanica und zur Spina tympanica anterior (13) herüberzieht und nach unten mit der vorderen Fläche des Processus brevis mallei (20) verwächst. Sie trennt somit die Bucht der vorderen Taschenfalte vollständig vom Prussakraum.

2) Oben ist ein nur teilweiser Abschluß gegeben
   a) durch das von der Paukenwand in Höhe der Spina tympanica major (13) zur Crista mallei (24) ziehende Ligamentum mallei anterior (10).
   b) durch das Ligamentum externum (11), das sich zwischen Spina tympanica minor (12) vom hinteren Rand der Incisura Rivini zum hinteren Abschnitt der Crista mallei (24) spannt.

   Das dieses nach hinten fortsetzende Ligamentum incudomalleolare (14) senkt sich nach unten und verwächst teilweise mit der unteren Taschenfalte (29).

   Es bestehen also am Modell zwei Verbindungen zwischen dem Epitympanicum und dem Mesotympanicum,
   die eine entlang dem seitlichen Teil des Hammerhalses aus dem Prussakraum heraus nach oben
   und die andere medial dem Ligamentum incudomalleolare nach unten.

   Der Prussakraum ist am Modell nach oben beträchtlich offen.

   Eine gedachte Sonde könnte auf diesem Wege ungehindert an der seitlichen Hammer-Amboßfläche aufsteigend über deren Rücken bis an die Labyrinthwand vordringen (Pfeil Nr. 3 in Abb. 6), ebenso wäre dasselbe, etwas erschwerter, um den Hammerkopf nach vorne zu erreichen (Pfeil Nr. 2 in Abb. 6).

   Man muß sich vorstellen, daß Gewebsproliferationen, wie beispielsweise die Cholesteatombildungen, durchaus einen solchen Weg der Ausbreitung nehmen können.

3) Nach hinten öffnet sich der Prussakraum an der Rekonstruktion genauso, wie PRUSSAK es in seinen Veröffentlichungen angegeben hat, nämlich über die hintere Trommelfellfalte (29) in Form einer senkrechten Stufe. Letztere entsteht durch die tief am Manubrium mallei ansetzende hintere Taschenfalte. Diese selbst setzt sich am Modell aus der geschilderten langen Falte (29) und einer kurzen Falte (28) zusammen, die etwas mehr oberhalb am kurzen Hammerfortsatz ansetzt.

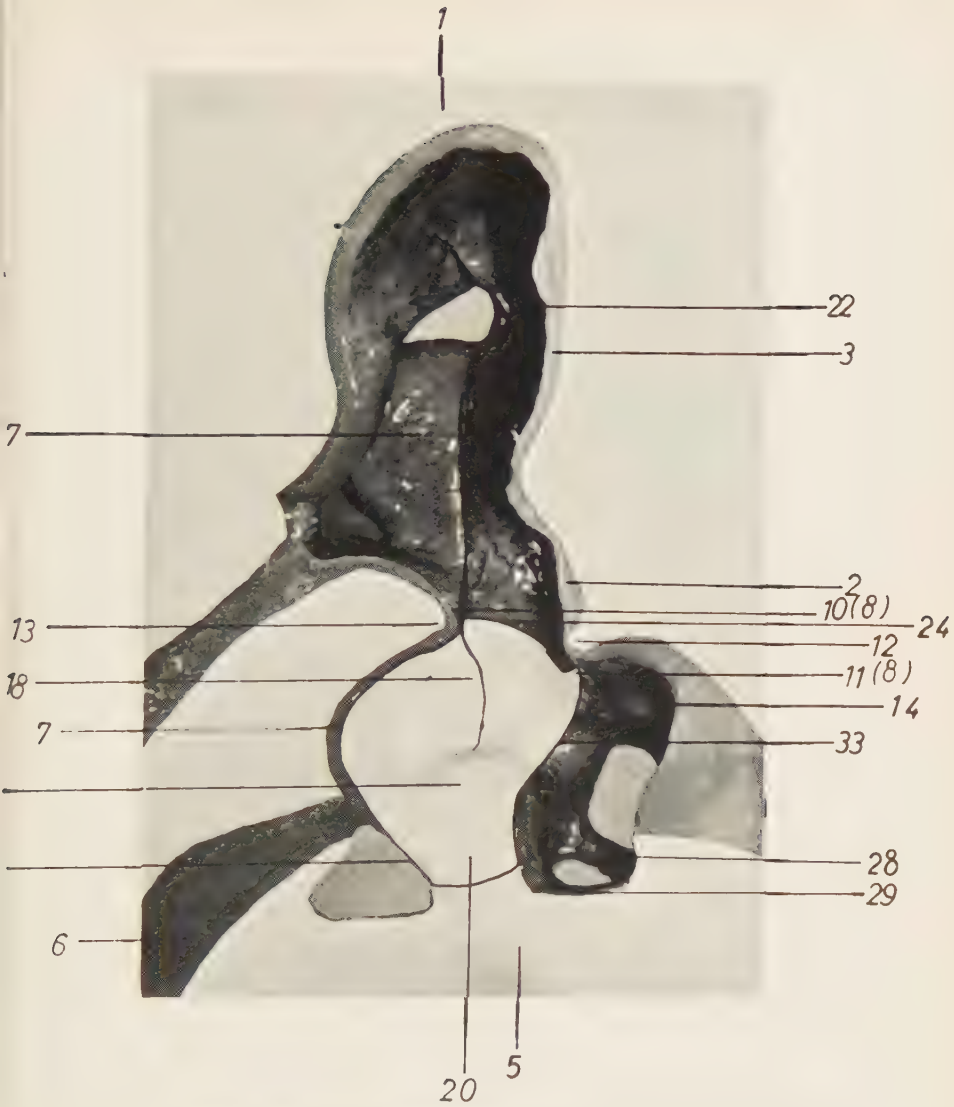

Abb. 10. Incisura Rivini und Prussakscher Raum. (Aus axialer Richtung des äußeren Gehörganges gesehen).

1 Tegmen tympani, 2 Incisura Rivini, 3 Begrenzung der Pars cupularis, 5 Membrana tympani, 6 Anulus fibrocartilagineus, 7 Begrenzung der Shrapnellmembran, 8 Achsenband, 10 Ligamentum mallei laterale anterior, 11 Ligamentum mallei laterale externum, 12 Spina tympani minor, 13 Spina tympani major, 14 Ligamentum incudomalleolare laterale, 17 Capitulum mallei, 18 Hammerhals, 20 Processus brevis mallei, 22 Ligamentum mallei superius, 24 Crista mallei, 28 hintere kurze Trommelfellfalte, 29 hintere lange Trommelfellfalte, 32 Prussakscher Raum, 33 Begrenzung des Prussakraumes, 34 vordere Begrenzungsfalte des

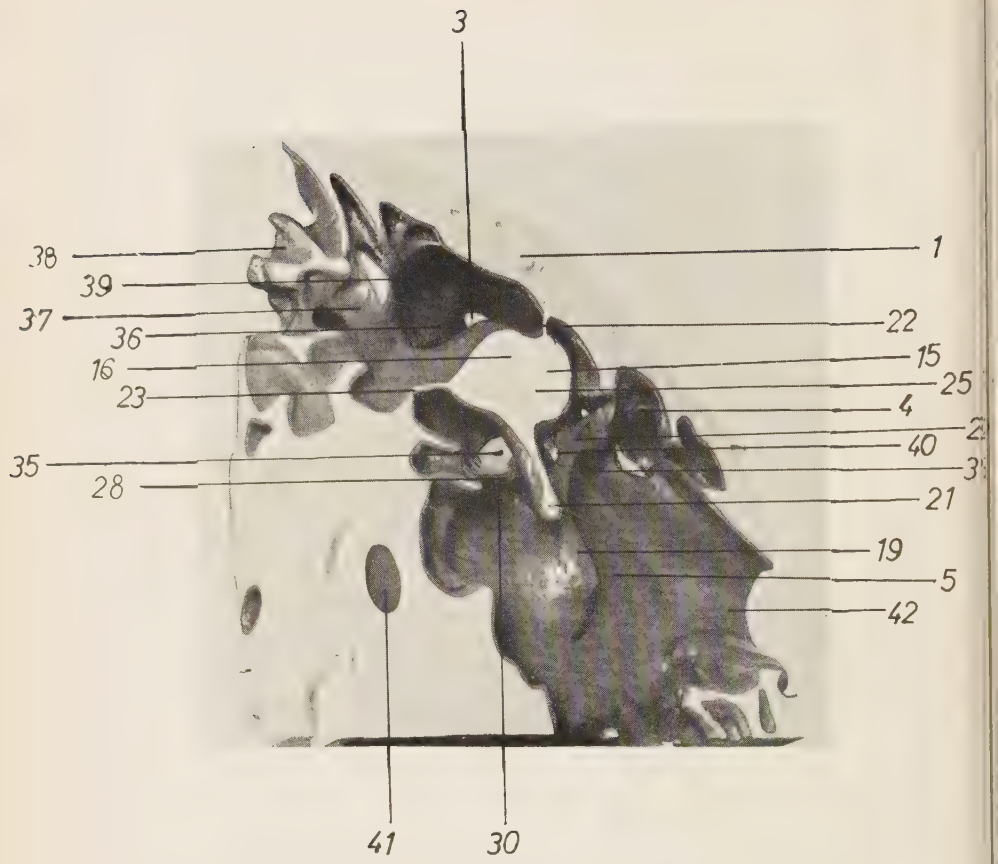

Abb. 11. Die mesialgerichtete Fläche des Rekonstruktionsmodelles.

1 Tegmen tympani, 3 Begrenzung der Pars cupularis, 4 erweiterte Pars cupularis, 5 Membrana tympani, 15 Hammerkörper, 16 Amboßkörper, 19 Manubrium mallei, 21 Crus longum incudis, 22 Ligamentum mallei superius, 23 Ligamentum incudis posterius, 25 Hammer-Amboßgelenk, 27 vordere Trommelfellfalte, 28 hintere Trommelfellfalte, 30 hintere Trommelfelltasche, 31 vordere Trommelfelltasche, 35 hintere Öffnung des Prussakraumes, 36 laterale epitympanale Paukenhöhlenwand, 37 Aditus ad antrum, 38 Cellulae mastoideae, 39 Attikus, 40 Musculus tensor tympani, 41 Nervus facialis, 42 Tuba pharyngotympanica.

Die breite Öffnung über die hintere Taschenfalte hinweg führt direkt ins Mesotympanicum. Ersterem entspricht das eigentlich Cavum der Paukenhöhle (MERKEL). Bestimmt werden jedoch etwaige Sekretabsonderungen einem solchen, auch der Schwerkraft entsprechenden, Weg folgen, wie dies auch der Pfeil Nr. 5 in Abb. 6 darstellen soll.

4) Die untere Begrenzung wird durch die Oberseite des Processus brevis (20) gebildet.

5) Die innere Begrenzung durch die äußere Fläche des Hammerhalses (18).

C) Die mesiale Fläche des Modells

Die nach medial gerichtete Fläche der Plastik wurde oben schon kurz erwähnt. Die Schnittfläche verläuft so durch Hammer (15) und Amboß (16), daß der lange Schenkel (21) des letzteren gerade noch dargestellt wird, wie dies Abb. 11 zeigt.

Im Vergleich mit der oben abgehandelten, nach außen gerichteten Fläche ist die hier betrachtete die weitaus plastischere, zeigt sie doch hinten oben über dem Aditus ad antrum (37) die Zellgruppen des hier beginnenden Warzenfortsatzes (38), die kuppelförmige Weitung des Atticus (39) und die räumliche Einlagerung der Knöchelchenkette (außer Steigbügel) in die Paukenhöhle und besonders in den Recessus epitympanicus. Das Ligamentum incudis posterius (23) ist angeschnitten, ebenso das obere Hammerband (22). Sehr gut einzusehen sind die beiden Taschenfalten (27 u. 29) und die von ihnen nach unten und innen offenen, blindsackähnlichen Höhlungen. Nach vorne verengt sich die Pauke zur Tuba pharyngotympanica (42). An deren oberen Wand, dicht über der vorderen Taschenfalte, ist die knöcherne Schädelbasis in ein Hohlraumsystem aufgelöst, dessen Ursache eine variationsreiche Pneumatisierung (4) sein dürfte, wie sei immer wieder gefunden wird. Man kann geneigt sein, dieses der Pars cupularis des Schläfenbeins zuzurechnen (siehe S. 18).

ZUSAMMENFASSUNG

Der Prussakraum mit der Shrapnellmembran wie ferner die laterale epitympanale Paukenhöhlenwand sind sowohl in anatomischer wie pathologischer Hinsicht für die Ohrenheilkunde von wesentlicher Bedeutung. Von hier nehmen die Mittelohrcholesteatome in der Regel ihren Ausgang, auch bestimmen die räumlichen Verhältnisse die Richtung der Ausbreitung in der Paukenhöhle.

Die anatomischen Verhältnisse zwischen der Knöchelchenkette und der Wand des Recessus epitympanicus, wie die durch die Paukenhöhle verlaufenden Bänder bedingen ein sehr variationsreiches Hohlraum- und Buchten-System, das an das räumliche Vorstellungsvermögen einige Anforderungen stellt. Es wurde daher in dieser Abhandlung der Prussakraum einer eingehenden Analyse unterzogen einschließlich seinem Verhalten zur Umgebung, wobei die Mitteilungen des Schrifttums einem selbst hergestellten Rekonstruktionsmodell gegenübergestellt sind. Folgendes hat sich ergeben:

An dem Modell bildet der Prussakraum ungefähr einen Würfel unmittelbar hinter der Shrapnellmembran. Die Begrenzungswände im normalen Ohr werden teils durch Knorpel (caudal und medial), teils durch Bänder bzw. Schleimhautduplikaturen (medial, lateral und cranial) gebildet) Der knorpelige Anteil betrifft im wesentlichen den kurzen Fortsatz des Hammers. Die craniale Wand bildet das Achsenband; die mediale eine Schleimhautduplikatur, die senkrecht zu letzterem nach cranial und nach caudal verläuft, ausgehend von der Wurzel des Processus Folii. Die laterale Wand besteht aus der Shrapnellmembran. Somit entsprechen die Verhältnisse des Rekonstruktionsmodells weitgehend den Angaben von PRUSSAK, niedergelegt in seiner klassischen Mitteilung.

Diese Begrenzungsflächen unterliegen zahlreichen individuellen Abweichungen, bedingt durch die räumliche Gestaltung wie die Bänder. Das Achsenband gliedert sich in das Ligamentum mallei anterior, in das Ligamentum mallei laterale und in das Ligamentum mallei externum. Ebenso ist in der Literatur oft ein Ligamentum incudomalleolare laterale erwähnt, das sich auch an unserer Rekonstruktion wiederfindet. Dabei können auch einzelne Teile des Achsenbandes fehlen, es bleibt dann der Prussakraum nach cranial hin offen. Auch an der Rekonstruktion fehlt das Ligamentum mallei laterale. Ferner verläuft das Achsenband verschieden hoch, die Shrapnellmembran kommt dann unterhalb davon zu liegen. Eine etwaige Perforation der Shrapnellmembran müßte dann zuerst in den Prussakraum hinein erfolgen. Andere Autoren finden das Achsenband viel tiefer, es ver-

wächst dann mit der Innenseite der Shrapnellmembran und unterteilt diese in eine obere und in eine untere Hälfte. In diesem Fall müßte eine Perforation der oberen Hälfte direkt in das über dem Prussakraum liegende Epitympanum erfolgen, eine Perforation der unteren Hälfte dagegen in den Prussakraum.

Eine Lückenbildung ist manchmal auch in der medialen Begrenzung zu beobachten, so daß auf diese Weise eine Verbindung vom Prussakraum zum lateralen epitympanalen Raum besteht.

Es werden in der Abhandlung die Möglichkeiten genannt und durch Zeichnungen belegt, die sich aus diesen offenen Verbindungen für die Ausbreitung pathologischer Prozesse in die Paukenhöhle hinein ergeben.

Das Rekonstruktionsmodell ist nach einem Originalpräparat angefertigt, das sowohl das Trommelfell als auch die angegliederten Organabschnitte umfaßt. Für die Herstellung wurden neuartige Werkstoffe herangezogen, die das Arbeitsverfahren der Rekonstruktion wesentlich vereinfachen. Die dazu notwendige Methode wird beschrieben.

LITERATURVERZEICHNIS

ALBRECHT, W.	Z. Hals-, Nas.- u. Ohrenheilk., 29, 1.
BENNINGHOFF	Lehrbuch der Anatomie, München 1940, Bd.2 S.333 u.f.
BEZOLD	Die Korrosionsanantomie des Ohres, München 1882, zit. nach DENKER-KAHLER, Bd.1, S.209.
"	zit. nach KÖRNER, Lehrbuch der HNO- u. Kehlkopfkrankheiten, 1914, S.26.
"	Die Korrosionsanatomie des Ohres, Z. Ohrenheilk., 1882, 20, 5, S.24.
BORN	Über die Nasenhöhle und den Tränennasengang der Amphibien, Morph. Jb., Bd.2, S.578.
BROMANN	Die Entwicklung der Gehörknöchelchen beim Menschen, Anat. Anz. Bd.11, S.558.
CORNING	Topogr. Anat., 1917, S.152, Abb. 125.
DANKMEYER	Eine Methode zur Herstellung mikroskop. Rekonstruktionen unter Verwendung von Negocoll und Hominit. Anat. Anz., Bd.89, S.81.
DENKER-KAHLER	Handbuch der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Berlin 1926. Bd.6. S.201, 209, 210, 288.
DENZIN	Balsaholz. Zeitschrift für neuzeitliche Selbstbautechnik MODELL, 1958, Heft 3, S.128.
DJIN HSIN HU	Inauguraldissertation. Tübingen 1933.
HAFFERL	Lehrbuch der topographischen Anatomie, Berlin 1953, S.58.
HELMHOLTZ	Das Achsenband. Zit. nach MERKEL, Handbuch der topographischen Anatomie, Bd.1, S.545 u.f.

HELMHOLTZ	Die Mechanik der Gehörknöchelchen und des Trommelfells. Pflüg. Arch. ges. Physiol. 1. Jahrgang, S. 18.
HENLE	zit. nach KRETSCHMANN, Archiv Ohrenheilk. 1887, Bd. 25, S. 172.
HYRTL	Die Korrosionsanatomie, Wien 1873, zit. nach DENKER-KAHLER, Bd. 1, S. 210 u. 388.
KÖBELE, MARIA	Untersuchungen über die Variationen der Bänder und Sehnen der Paukenhöhle. Z. Ohrenheilk. 1910. Bd. 60, S. 14 u. f.
KRETSCHMANN	Fistelöffnung am oberen Pole des Trommelfells über dem Processus brevis des Hammers, deren Pathogenese und Therapie. Archiv Ohrenheilk. 1887. Bd. 25, S. 165 u. f.
LANGE	Über die Entstehung der Mittelohrcholesteatome. Z. Hals-Nas. u. Ohrenheilk. Bd. 30, S. 575 und Bd. 11, S. 250-271.
MECKEL	Die Korrosionsanatomie mit Damaraharz. zit. nach TURKEWITSCH, Anat. Anz. Bd. 72, S. 42-45.
MERKEL	Handbuch der topographischen Anatomie, Bd. 1, S. 545.
MORIAN	zit. nach SIEBENMANN. Z. Ohrenheilk. Bd. 82, S. 1-4.
PERNKOPF	Topographische Anatomie des Menschen. 1960. Bd. 4, S. 567.
POLITZER	Anatomische und histologische Zergliederung des menschlichen Gehörorgans. 1889. S. 196.
PRUSSAK	Zur Anatomie des menschlichen Trommelfells. Arch. Ohrenheilk. Bd. 3, S. 256 u. f.
RIEDE	Inauguraldissertation. Tübingen 1960.
RÜDINGER	Atlas des menschlichen Gehörorgans. Zit. nach DENKER-KAHLER, Bd. 1, S. 388.

SCHÖNEMANN	Topographie des menschlichen Ohres. 1904.
SCHWARZ, M.	Beitrag zur Genese des primären Cholesteatoms. Z. Hals-, Nas.-u. Ohrenheilk. Bd. 31, S. 17 u. f.
"	Die Einsenkung der Shrapnellschen Membran und ihre klinische Bedeutung. Arch. Ohren-, Nas.- u. Kehlkopfheilk. 1932, Bd. 131, S. 17 u. f.
SEXTON	zit. nach KRETSCHMANN, Archiv Ohrenheilk. 1887, Bd. 25, S. 168.
SIEBENMANN	Ein neues Labyrinthmodell des menschlichen Gehörorgans. Z. Ohrenheilk. Bd. 82, S. 1-4.
SOBOTTA	Atlas der deskiptiven Anatomie des Menschen, München 2956, Bd. 3, S. 322 u. f.
SÖMMERING	Die Korrosionsanatomie mit Damaraharz, zit. nach TURKEWITSCH, Anat. Anz. Bd. 72, S. 42-45.
SPALTEHOLZ	Handatlas der Anatomie des Menschen, Leipzig 1933, S. 907-913.
TOYNBEE	The disease of ear. Trans. path. Soc. Lond. 1853, Vol 4.
TURKEWITSCH	Die Korrosionsanatomie mit Damaraharz. Anat. Anz. Bd. 72, S. 42-45.
VON TRÖLTSCH	Lehrbuch der Ohrenheilkunde. 1884.
VOGT	Inauguraldissertation. Tübingen 1960.
VOLTOLINI	Anatomische und pathologisch-anatomische Untersuchungen des Gehörorgans. Virchows Arch. path. Anat. 1860, Bd. 18.
"	Die Zerlegung und Untersuchung des Gehörorgans an der Leichte. Dissertationsschrift 1863. Breslau. Zit. nach DENKER-KAHLER.

WITTMAACK — Das Gehörorgan. HENKE-LUBARSCH, Handbuch der spez. pathol. Anat. u. Histol. Bd. XII, Berlin 1926, S. 233 u. f.

ZUCKERKANDL — SCHWARTZsches Handbuch für Ohrenheilkunde. 1892.

LEBENSLAUF

Am 11.4.1936 wurde ich als erstes von drei Kindern des Oberstudienrates Otto Eberbach und seiner Ehefrau Getrud, geb. Zimmermann, in Stuttgart geboren. Meine Kindheit verbrachte ich im Elternhause, die Grundschule besuchte ich in Stuttgart-Vaihingen und nach zwei Jahren Schulzeit an der Oberschule für Jungen wechselte ich an das Karlsgymnasium in Stuttgart. Dort legte ich auch das Abitur ab.

Das Studium der Medizin und der Zahnheilkunde begann ich an der Universität in Tübingen, verbrachte dann ein Semester in Kiel und absolvierte, wieder in Tübingen, das medizinische und zahnmedizinische Physikum.

Die klinischen Semester studierte ich an der Freien Universität in Berlin. Dort beendete ich auch das Studium der Zahnheilkunde mit dem Staatsexamen am 28.8.1961.

Otto-Wilhelm Eberbach.